EXPERIMENTO 9
SEGUNDA LEY DE NEWTON

9.1 OBJETIVOS:

- Verificar la relación entre la aceleración lineal y la aceleración angular
- Establecer la relación existente entre la fuerza, la masa y la aceleración de un sistema.
- Aplicar la Segunda Ley de Newton para la traslación y la rotación de un sistema.

9.2 *INTRODUCCIÓN*

Cuando se tiene un sistema conformado por masas que se trasladan y cuerpos que rotan alrededor de un eje fijo, la aplicación de la Segunda Ley de Newton es necesario hacerla, tanto a los cuerpos que se trasladan como a los que rotan.

Si el cuerpo se traslada la aceleración que adquiere es directamente proporcional a la fuerza aplicada e inversamente proporcional a la masa del cuerpo. Si el cuerpo rota, la aceleración angular que adquiere es directamente proporcional al torque e inversamente proporcional a su masa inercial rotacional (Momento de Inercia = I).

Un punto de la periferia de un cuerpo que rota, tiene una aceleración lineal o tangencial igual a la aceleración angular por el radio del mismo, esto es: $a = \alpha r$

9.3 MATERIALES

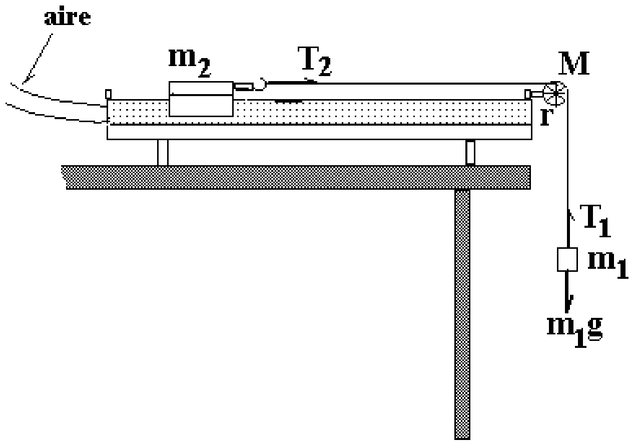
- Carril de aire con deslizador y polea
- Juego de pesas
- Balanza electrónica
- Cronómetro U.T.P

9.4 RECOMENDACIONES

- Mida las masas e identifíquelas.
- Mantenga el mismo número de cifras significativas en todas sus medidas.
- Al hacer funcionar su carril, cerciórese que el flujo de aire sea apropiado.
- Al iniciar el conteo del tiempo, la fotocelda debe estar apagada.

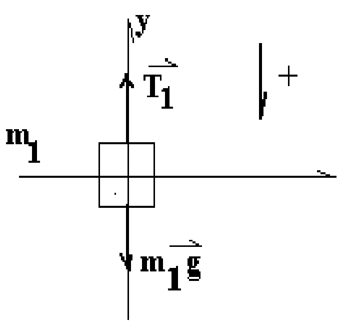
9.5 *TRABAJO PARA DESARROLLAR*

Para determinar la aceleración lineal y la aceleración angular del sistema mostrado en la figura Realizamos el siguiente análisis:



Las masas m_1, m_2, y la masa de la polea M con su radio r son conocidas. La cuerda se asume como inextensible. Se desprecia la fricción en la polea y el rozamiento entre la masa m_2 y el carril de aire.

Aplicando la Segunda Ley de Newton para la masa m_1 se obtiene:

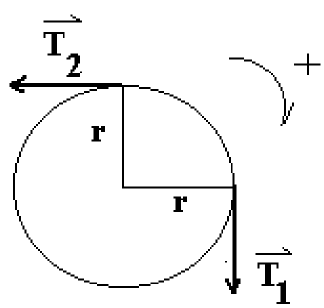


$$\sum F_y = m_1 a$$

$$m_1 g - T = m_1 a \qquad (1)$$

$$\sum F_x = 0$$

Para la masa m_2 se obtiene:



$$\sum \text{Torques} = I\,\alpha$$

$$\sum \Gamma = I\,\alpha$$

$$r \times T_1 + r \times T_2 = I\,\alpha$$

$$T_1 \text{ sen } 90^\circ - r\,T_2 \text{ sen } 90^\circ = I\,\alpha$$

$$r(T_1 - T_2) = I\,\alpha$$

$$\text{como } I = \tfrac{1}{2} M r^2 \text{ y } a = \alpha\, r$$

$$\text{entonces} \qquad r(T_1 - T_2) = \tfrac{1}{2} M a \qquad (3)$$

Para la polea M se obtiene:

Resolviendo las ecuaciones (1) , (2) y (3) resulta: $m_1 g = (m_1 + m_2 + \tfrac{1}{2} M)\,a$ (4)

Donde la fuerza neta o externa sobre el sistema será igual a la masa total del sistema por su aceleración

$$F_1 = m_1\, g = (m_1+m_2 + \tfrac{1}{2} M)\, a$$

9.6 TOMA DE DATOS

1. El radio de la polea $r = 0{,}0235$ m
2. La masa de la polea $M = 0{,}0055$ Kg
3. Utilizando los tornillos del sistema de nivelación del carril, nivélelo hasta cuando el deslizador no experimente tendencia a moverse.
4. Halle la masa del gancho y cuatro (4) arandelas. Tómelas como la masa m_1.
5. Mida el deslizador y diez (10) arandelas. Tome el conjunto como la masa m_2.
6. Determine la masa total del sistema como la suma de m_1, m_2 y $M / 2$
7. Disponga el sistema y verifique que la luz de la fotocelda se encuentre apagada y que el cronómetro U.T.P. se encuentre en el modo Segunda Ley de Newton.
8. Presione “aceptar” y deje mover el sistema. El cronómetro le suministrará 16 datos de tiempo correspondientes a 16 ranuras de la polea.
9. Cambie la masa suspendida pasando dos arandelas del deslizador al gancho. Determine la nueva masa que hará las veces de m_1.
10. Repita el proceso anterior otras cuatro veces.

11. Anote sus datos y haga una tabla de ángulos (radianes) θ_1..... θ_{16} y tiempo (segundos) t_1...... t_{16}.
12. Para obtener los ángulos en radianes evalúe:
13. θ_i = número de ranuras de la polea por $2\pi/10$ radianes /ranuras, donde i = 1,2,.....16

9.7 *ANALISIS DE DATOS*

1. En una sola hoja haga las cinco (5) gráficas del ángulo (radianes) en función del tiempo (segundos) ¿Son lineales estas gráficas?
2. Si no lo son, haga una regresión polinómica (o cuadrática)

3. De la cinemática rotacional $\theta = ½ \alpha t^2 + \omega_\circ t + \theta_\circ$ que es de la forma $y = Ax^2 + Bx + C$

4. Se deduce que $A = ½ \alpha$ o mejor aceleración angular $\alpha = 2A$

5. Con esto se encuentran a y α sabiendo que $a = \alpha r$

6. Repita lo anterior para las 5 masas restantes

7. A cada una de las aceleraciones lineales obtenidas, le corresponde una fuerza externa $F_1 = m_1 g$, donde $g = 9,80 \text{ m / s}^2$

8. Elabore una nueva tabla de datos.

9. Grafique la fuerza externa F_1 en función de la aceleración lineal **a.** ¿Es una línea recta?

10. Haga una regresión lineal y determine el valor de la pendiente.

11. Compárela con el valor de la masa total del sistema

9.8 CONCLUSIONES

- ¿Qué conclusiones puede sacar de esta experiencia?

- ¿Qué tipo de incertidumbres afectan los resultados obtenidos?

- ¿A qué cree usted que corresponden los términos no cuadráticos hallados en la regresión polinomial?

- ¿A qué factores se pueden atribuir?